

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
本格研究開発ステージ シーズ育成タイプ 平成 23 年度終了課題
事後評価報告書**

研究開発課題名	: ロイコ染料を用いた高速パッシブマトリックスディスプレイ
プロジェクトリーダー	: 株式会社 船井電機新応用技術研究所
所属機関	: 株式会社 船井電機新応用技術研究所
研究責任者	: 面谷 信(東海大学)

1. 研究開発の目的

本研究開発は、印刷書籍に変わる電子書籍のための反射型ディスプレイ、特にパッシブマトリックス駆動型のエレクトロクロミックディスプレイ(ECD)に関わるものであり、東海大学が見出した発色・消色を制御する新規な駆動方式と、申請企業が独自に開発したロイコ染料系の表示液とを融合することにより、これまで困難とされてきたフルカラーの鮮明な画像を高速に表示することを可能にした信頼性の高い ECD を実用化することを目的とする。

2. 研究開発の概要

①成果

申請企業は、電子ブック対応の反射型ディスプレイの開発を目指し、カラー表示、単純構造、低価格の 3 点を掲げ、ロイコ染料をエレクトロクロミズムを発色剤とする表示素子技術を基に、東海大学のパッシブマトリックス駆動技術をシーズとして研究開発を実施した。ロイコ染料を用いた表示デバイスでは、電極の改良、表示液層の改善、酸素や水分を遮断する封止技術の開発を進め、発色のメカニズム解析に基づいた駆動方式の改良により、商品化可能な鮮明な画像を実現した。1 ミリ秒/ラインの高速駆動によるチラつきやクロストークのない高コントラスト表示と 16 階調の実現、分割駆動方式による高解像度(XGA)技術の検証、三層構造による多色表示技術の検証を行った。小型文字表示デバイスを皮切りに製品化を進めている。

研究開発目標	達成度
①白黒電子ブック用表示機の開発 ①-1 高性能表示技術の開発 i) 表示速度:0.3 秒/A6 サイズ ii) 解像度:175dpi 以上	シーズ技術を改良した駆動操作方法の開発、表示液処方最適化、電極表面の改質等により表示の高速化を進めた。4 分割表示の構成を組み合わせることにより、表示速度 0.3 秒/A6 の達成を裏付ける結果を得た。 駆動走査方式の改良により、画素の独立した表示滲みのない高解像度の表示を得た。150 ミクロンピッチの縞状電極を作製し、目的の解像度を達成した。

<p>iii) 階調 : 16</p> <p>iv) 繰り返し安定性: 50 万回以上</p> <p>①-2 駆動方式及び表示材料の最適化による消費電力の低減</p> <p>i) 表示保持性能: 20 分以上</p> <p>ii) 消費電力 $30 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以下</p> <p>①-3 フレキシブル化 堅牢性の確認、厚み $550 \mu\text{m}$</p> <p>①-4 プロトタイプの開発と評価 白黒表示器としての性能確認</p> <p>②フルカラー電子ブック用表示器の開発</p> <p>②-1 高性能モノカラー表示ディスプレイの開発</p> <p>i) 3 色のロイコ染料に対し、白黒表示と同等の性能の確立</p>	<p>PWM(パルス巾変調)方式により、画像再現性の良い 16 階調を実現した。</p> <p>表示組成物(ロイコ染料、発色促進化合物、電極保護化合物)の開発により、セグメント表示において 180 万回以上の繰り返し安定性を達成した。マトリックス表示では 2.5 万回程度で発色濃度の低下が見られ、さらなる検討が必要である。</p> <p>セグメント表示においては、表示液組成や電極間隔膜挿入等の手法により 20 分~30 分以上の表示保持性能を確認したが、マトリックス表示においては 10 分程度の表示保持性であった。</p> <p>表示保持性と間歇通電法を組み合わせることにより、セグメント表示での継続表示時電力は平均約 $30 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ となり、目標値の達成が可能である。しかし、描画時の消費電力については達成が難しく、今後の課題である。</p> <p>高導電性と光透過性を両立したフレキシブル基板電極を作製し、表示特性の確認等も実施した。電極基板と表示層を含めたセルデバイスの厚みは $250 \mu\text{m}$ である。</p> <p>プロトタイプを製作し、高速表示での画像品質、繰り返し安定性、信頼性等を評価した。高速走査時においても、発色濃度と解像性の両立した高品質の文字表示を得られることを確認した。市販のディスプレイに比べ白地反射率が高く、コントラスト比に関しても優位性がある。また、耐環境性試験も実施し、60°C、90%RHの環境下でも表示特性に変化がないことを確認した。</p> <p>表示性能に関しては、3 色(イエロー、マゼンタ、シアン)ともにブラックのロイコ染料と同等の性能</p>
---	---

	<p>が達成できた。繰り返し安定性については、イエロー、マゼンタは 100 万回以上達成したが、シアン(ブルー)については、30 万回程度と不十分であった。</p>
<p>ii)モノカラー表示ディスプレイの開発</p>	<p>封止したモノカラー表示器を試作し、十分な表示特性を得られることを確認した。</p>
<p>②-2 多層化表示技術の開発 表示層を 3 層積層した構成のフルカラー表示器の実現</p>	<p>機能層としてのナノアルミナ層、上記フレキシブル電極の開発により、多層化のための基礎となるセル構造を確立した。また、3 層構造デバイス、フルカラー用専用駆動装置も作製し多層構成による表示実験も実施し、フルカラー表示が可能であることを検証した。</p>
<p>②-3 プロトタイプの開発と評価 フルカラー表示器としての性能確認</p>	<p>フルカラー表示器での表示自体は可能であるものの、フィルムの凹凸、そり等で滲みが生じること等により、画像品質を評価して商品性を確認するまでには到らなかった。また、③からのフィードバックを受けて、小型表示器への展開を視野に入れたセグメントタイプ、小型マトリクス表示について検討し、十分な特性が得られることを確認した。</p>
<p>③電子ブックに関する市場性調査</p>	<p>市場規模予測、要求スペック等、電子ブックの最新市場動向を調査を実施した。また、電子ブック以外の市場調査も実施し、小型表示器への展開を図るためのフィードバックを行なった。</p>

②今後の展開

フルカラー表示の達成度は市販品との競合レベルには到達していないが、本方式は、①ロイコ染料の選択による多様な色表示、②高速パッシブマトリクス駆動による高速・高解像度の高品質表示 ③高い白地反射率、等の特徴があり、白黒表示については市販の反射型ディスプレイに比べて大きな優位点を有している。現在、商品化ターゲットとしてセグメント表示を含む小型表示器への展開を図っており、家電用小型表示器、電子黒板、車載用表示、サイネージ等の電子広告用表示器において、他技術との差別化が十分に可能と考えている。

3. 総合所見

一定の成果は得られているが、イノベーション創出の可能性が低い。

当初目標の中核技術は、ほぼ達成されたと判断できる。しかし、市場ではディスプレイの高品質化、低価格化が急速に進み、優れた着想や地道な技術開発が実用化に結びつかなかったのは、開発スピードやコストパフォーマンスを十分持ち得なかったこと、市場確保のために力を注げなかったことに起因すると考えら

れ、市場を見据えて、状況により初期の段階で目標を絞るべきであったと思われる。今後は、開発した技術の利点を生かしたビジネスモデルの検討が急務である。